

⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

⑪ N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 824 104

⑫ N° d'enregistrement national : 01 05752

⑮ Int Cl⁷ : E 21 B 17/00, E 21 B 17/04, 17/22

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 27.04.01.

⑬ Priorité :

⑭ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 31.10.02 Bulletin 02/44.

⑮ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑯ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑰ Demandeur(s) : SMF INTERNATIONAL — FR.

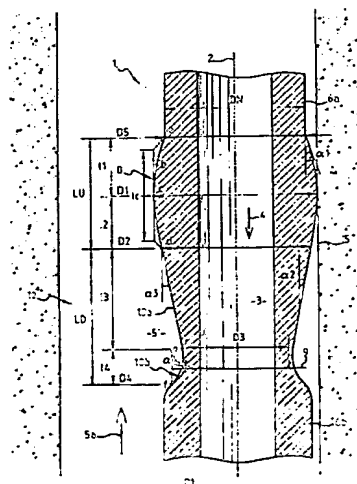
⑱ Inventeur(s) : BOULET JEAN GILBERT.

⑲ Titulaire(s) :

⑳ Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

① ELEMENT PROFILE POUR UN EQUIPEMENT DE FORAGE ROTATIF ET APPLICATIONS A DES
COMPOSANTS D'UN TRAIN DE TIGES DE FORAGE.

② L'élément profilé (1) comporte une zone d'appui (8)
sur la paroi du trou de forage (5) présentant un diamètre
maximal (D_1) constituant le diamètre maximal de l'équipe-
ment de forage rotatif et une zone de turbulence (10b) pour
produire une activation de la circulation d'un fluide de forage
dans l'annulaire (5'). Selon l'invention, l'élément profilé (1)
comporte de plus une zone de déflexion (10a) adjacente à
la zone d'appui (8) et à la zone de turbulence (10b), présen-
tant au moins une surface inclinée par rapport à l'axe (2) du
forage rotatif, dont la ligne méridienne s'éloigne de l'axe (2),
dans le sens allant de bas en haut, dans la position de ser-
vice de l'élément profilé (1) dans le trou de forage (5).



FR 2 824 104 - A1



L'invention concerne un élément profilé pour un équipement de forage rotatif, tel qu'une tige ou une masse-tige, intercalé dans un train de tiges de forage rotatif.

5 Dans le domaine de la recherche et de l'exploitation de gisements pétroliers, on utilise des trains de tiges de forage rotatif constitués de tiges et éventuellement d'autres éléments tubulaires qui sont assemblés bout à bout, selon les besoins du forage:

De tels trains de tiges peuvent permettre en particulier de réaliser des forages déviés, c'est-à-dire des forages dont on peut faire varier l'inclinaison par rapport à la verticale ou la direction en azimut, pendant le forage.

10 Dans le cas de forages déviés à grand déport comportant des tronçons pratiquement horizontaux, les couples de frottement dus à la rotation de la garniture de forage peuvent atteindre des valeurs très élevées, au cours du forage. Les couples de frottement peuvent remettre en cause les équipements utilisés ou les objectifs du forage. En outre, la remontée des déblais produits par le forage est très souvent difficile, compte tenu de la sédimentation des débris produits dans le trou de forage, en particulier dans la partie fortement inclinée par rapport à la verticale, du trou de forage. Il s'ensuit un mauvais nettoyage du trou et une augmentation à la fois des coefficients de frottement des tiges du train de tiges à l'intérieur du trou de forage et des surfaces de contact entre les tiges et les parois du trou.

Afin de diminuer le coefficient de frottement et la surface de contact entre le train de tiges et les parois du trou de forage et d'améliorer le nettoyage du trou de forage et l'évacuation des débris dans le fluide de forage, on a proposé, dans la demande de brevet FR-97 03207, un profil pour une tige de forage ayant une zone centrale d'appui et deux tronçons d'extrémité de part et d'autre de la zone centrale d'appui comportant sur leur surface externe au moins une rainure disposée suivant une hélice et dont la section transversale présente une partie en contre-dépouille. La zone d'appui de la tige de forage qui présente un diamètre supérieur au diamètre des tronçons d'extrémité vient en contact avec la paroi du trou de forage et assure une certaine réduction du frottement entre la tige de forage et la paroi du trou de forage. Les parties d'extrémité qui comportent des profils hydrauliques per-

mettent d'activer la circulation du fluide de forage et de décoller les débris accrochés sur la paroi du trou de forage et constituent des zones de turbulence.

5 Dans une demande de brevet français plus récente, FR-99 01391, on a proposé un élément profilé pour un équipement de forage rotatif permettant de réduire le frottement entre l'équipement de forage et une paroi du trou de forage au niveau des zones d'appui de l'élément profilé et de limiter les risques de coincement de l'équipement de forage, lors de la remontée de l'équipement à l'intérieur du trou de forage.

10 Pour parvenir à ce but, on prévoit sur l'élément profilé des parties en creux et des parties en saillie radiale ayant une disposition en hélice autour de l'élément profilé et présentant des caractéristiques géométriques et dimensionnelles qui varient suivant la direction axiale de l'élément. De préférence, les parties en creux ou rainures de l'élément profilé disposées suivant
15 des hélices présentent une section de passage transversal, dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'équipement de forage, décroissante dans la direction axiale et dans le sens de circulation d'un fluide de forage dans un annulaire de forage entre l'équipement et le trou de forage.

De cette manière, on réalise une circulation de fluide de forage dans
20 la direction circonférentielle autour des zones d'appui de l'élément profilé, ce qui réduit le frottement entre la tige de forage et la paroi du trou de forage au niveau des zones d'appui.

L'élément profilé décrit dans le FR-99 01391 comporte généralement, en amont de la zone d'appui, une zone d'activation de la circulation du fluide
25 de forage dans l'annulaire du trou de forage ou zone de turbulence, suivant laquelle l'élément profilé comporte des rainures hélicoïdales ayant un profil permettant de nettoyer le trou de forage et d'entraîner les débris véhiculés par le fluide de forage. De manière générale, les rainures prévues dans les différentes zones de l'élément profilé sont placées dans le prolongement
30 l'une de l'autre, suivant toute la longueur de l'élément profilé. Cependant, les débris de forage qui sont entraînés avec le fluide de forage peuvent avoir tendance à se rassembler au niveau de l'élément profilé, à l'intérieur des rainures et un balayage efficace du trou de forage n'est pas toujours obtenu

du fait d'une circulation axiale activée essentiellement au contact de l'élément profilé de forage.

Le but de l'invention est donc de proposer un élément profilé pour un équipement de forage rotatif pour réaliser un trou de forage, présentant une
5 forme globale de révolution et un axe dirigé suivant l'axe de rotation du forage ainsi qu'au moins une zone d'appui sur la paroi du trou de forage s'étendant suivant la direction axiale de l'élément profilé et présentant un diamètre maximal constituant le diamètre maximal de l'équipement de forage et une zone de turbulence pour produire une activation de la circulation
10 d'un fluide de forage dans le trou de forage autour de l'équipement de forage, cet élément profilé permettant d'obtenir une bonne circulation du fluide de forage dans le trou de forage, à la périphérie de l'équipement de forage, ainsi qu'un balayage efficace de la paroi du trou de forage et un entraînement énergétique des débris de forage, dans le sens de la circulation du fluide
15 de forage.

Dans ce but, l'élément profilé suivant l'invention comporte de plus une zone de déflexion adjacente à la zone d'appui et à la zone de turbulence, s'étendant suivant la direction axiale de l'élément profilé comportant au moins une surface inclinée par rapport à l'axe du forage, dont la ligne méridienne, dans un plan axial, s'éloigne de l'axe de l'élément profilé dans le
20 sens allant de bas en haut, dans la position de service de l'élément profilé dans le trou de forage.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va décrire à titre d'exemples, en se référant aux figures jointes en annexe, plusieurs modes de réalisation d'un élément profilé suivant l'invention et l'intégration d'éléments profilés suivant l'invention à des équipements de forage de type classique.
25

La figure 1 est une vue en coupe axiale d'un élément profilé suivant l'invention et suivant un premier mode de réalisation constituant un tronçon d'un équipement de forage rotatif.

30 La figure 2 est une vue en élévation de l'élément profilé représenté sur la figure 1 montrant les effets hydrauliques de cet élément profilé en cours de forage.

La figure 3 est une vue en élévation d'un élément profilé selon le premier mode de réalisation et selon une première variante.

La figure 4 est une vue en élévation d'un élément profilé selon le premier mode de réalisation de l'invention et selon une seconde variante.

5 La figure 5 est une vue à plus grande échelle du détail 5 de la figure 4.

La figure 6 est une vue en élévation et en coupe partielle d'un élément profilé suivant l'invention et suivant un second mode de réalisation.

10 La figure 7 est une vue développée dans la direction circonférentielle, d'une partie de l'élément profilé représenté sur la figure 6.

La figure 8A est une vue à plus grande échelle d'un détail de la figure 6.

15 La figure 8B est une vue schématique, en coupe transversale, d'un élément profilé suivant l'invention, en position de service dans le trou de forage.

La figure 9 est une vue en élévation d'un élément profilé suivant l'invention et suivant un troisième mode de réalisation.

La figure 10 est une vue développée dans la direction circonférentielle d'une partie de l'élément profilé représenté sur la figure 9.

20 La figure 11 est une vue en élévation latérale d'une masse-tige comportant des éléments profilés selon la seconde variante du premier mode de réalisation de l'invention.

25 La figure 12 est une vue en élévation latérale d'une masse-tige comportant un élément profilé selon la première variante de réalisation du premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 13 est une vue en élévation d'une tige de forage comportant des éléments profilés selon la seconde variante du premier mode de réalisation de l'invention.

30 La figure 14 est une vue en élévation d'une tige de forage comportant des éléments profilés selon le second mode de réalisation de l'invention.

La figure 15 est une vue en élévation d'une tige de forage comportant des éléments profilés selon le troisième mode de réalisation de l'invention.

La figure 16 est une vue en élévation d'une tige de forage comportant des éléments profilés réalisés selon le premier et le troisième modes de réalisation de l'invention.

5 La figure 17 est une vue en élévation latérale d'un tool-joint comportant un élément profilé selon la seconde variante du premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 18 est une vue en élévation latérale d'un tool-joint comportant deux éléments profilés selon le premier mode de réalisation de l'invention séparés par une zone cylindrique.

10 Sur la figure 1, on a représenté un élément profilé suivant l'invention et suivant un premier mode de réalisation.

L'élément profilé, désigné de manière générale par le repère 1, présente une forme générale de révolution autour d'un axe 2 qui constitue l'axe du forage, lorsque l'élément profilé 1 constituant une partie au moins d'un
15 composant d'un train de tiges de forage est en position de service à l'intérieur d'un trou de forage 5 de diamètre D_t , réalisé par un outil tel qu'un trépan disposé à l'extrémité du train de tiges de forage. L'axe 2 est l'axe de rotation du train de tiges.

L'élément profilé 1 présente une forme tubulaire, un canal 3 de forme
20 sensiblement cylindrique étant ménagé à la partie centrale de l'élément profilé 1.

Les différents composants du train de tiges de forage (tels que tige, masse-tige et tool-joint) sont tous réalisés sous forme tubulaire et sont reliés entre eux bout à bout, de manière que leurs canaux centraux tels que 3 se
25 trouvent dans le prolongement l'un de l'autre et constituent un espace central continu de circulation d'un fluide de forage, de haut en bas, comme représenté par la flèche 4, entre la surface depuis laquelle on réalise le forage jusqu'au fond du trou de forage où travaille l'outil.

Le fluide de forage ou boue de forage remonte ensuite dans un espace annulaire 5' délimité entre la paroi du trou de forage 5 et la surface
30 extérieure du train de tiges, comme représenté par la flèche 5a.

Le fluide de forage entraîne des débris des formations géologiques traversées par l'outil de forage vers la surface depuis laquelle on réalise le forage.

5 Le train de tiges de forage doit être conçu de telle manière qu'on facilite la circulation ascendante du fluide de forage dans l'annulaire 5', qu'on entraîne les débris de forage de manière efficace et qu'on produise un bala-
yage de la paroi du trou de forage 5 et des surfaces d'appui du train de tiges de manière à faciliter la progression du train de tiges de forage à l'inté-
rieur du trou de forage.

10 L'élément profilé suivant l'invention comporte deux parties d'extrémité 6a et 6b sensiblement cylindriques présentant un même diamètre extérieur qui peut correspondre au diamètre nominal D_N de l'équipement de forage sur lequel est intercalé l'élément profilé 1.

15 Entre les parties d'extrémité 6a et 6b, l'élément profilé 1 comporte successivement une zone d'appui 8 sur la paroi du trou de forage 5 et une zone profilée 10 comportant une zone de déflexion 10a et une zone de turbulence 10b réalisées suivant l'invention, comme il sera décrit plus loin.

20 Dans la zone d'appui 8, l'élément profilé comporte une ligne méridienne, c'est-à-dire une ligne de génération de la surface extérieure de la zone d'appui présentant généralement la forme d'une droite ou d'un arc de cercle, de sorte que la surface extérieure de la zone d'appui présente une forme cylindrique ou la forme d'un secteur sphérique ou d'une portion de tore.

25 Dans la zone d'appui, l'élément profilé 1 présente une zone ayant un diamètre maximal D_1 suivant laquelle l'élément profilé vient en appui sur la paroi du trou de forage 5. Le diamètre D_1 constitue le diamètre maximal de l'équipement de forage.

30 On a représenté en pointillés sur la figure 1, le contour d'une zone d'appui cylindrique de diamètre D_1 et de longueur l_c qui peut se substituer à la zone sphérique ou torique représentée en traits pleins.

La zone de déflexion 10a comporte une méridienne constituée par une ligne inclinée par rapport à l'axe 2 de l'élément profilé, de manière que

cette ligne méridienne s'écarte de l'axe 2 dans le sens allant du bas vers le haut, c'est-à-dire de la zone de turbulence 10b vers la zone d'appui 8.

La zone de déflexion 10a peut être de forme tronconique, la ligne méridienne étant alors une droite.

5 La zone de turbulence 10b peut comporter une ligne méridienne de forme courbe, par exemple constituée de deux arcs de cercle assurant un raccordement progressif de la zone de turbulence 10b à la zone d'extrémité 6b et à la zone de déflexion 10a de forme tronconique.

10 La zone de turbulence 10b comporte une surface externe concave et une partie resserrée suivant le plan de section 9, dont le diamètre est généralement inférieur au diamètre nominal D_N de l'équipement de forage.

Le prolongement des génératrices de la zone de déflexion 10a coupe le plan 9 suivant une zone circulaire de diamètre D_3 qui définit le resserrement maximal de la section entre la zone d'appui 8 et la zone de raccorde-
15 ment inférieure 6b.

De manière générale, l'élément profilé 1 présente un diamètre extérieur inférieur au diamètre D_N suivant la zone de turbulence 10b et une partie de la zone de déflexion 10a, l'extrémité supérieure de la zone de déflexion 10a se raccordant ensuite à la zone d'appui 8 suivant une section ayant un
20 diamètre supérieur au diamètre nominal D_N .

On désigne par D_2 le diamètre de l'élément profilé dans le plan de raccordement entre la zone d'appui 8 et la zone de déflexion 10a.

On désigne par D_4 le diamètre de l'élément profilé dans le plan de raccordement de la zone de turbulence 10b avec la partie de raccordement inférieure 6b et par D_5 , le diamètre de l'élément profilé dans le plan de rac-
25 cordement de la zone d'appui 8 et de la partie de raccordement supérieure 6a.

On désigne L_D la longueur dans la direction axiale de la zone de déflexion 10 et par L_U , la longueur totale, dans la direction axiale, de la zone
30 d'appui 8.

On désigne par l_1 et l_2 les longueurs dans la direction axiale des deux parties de la zone d'appui de part et d'autre du plan d'appui suivant lequel le diamètre de l'élément 1 est maximal, par l_3 la distance axiale entre le plan de

raccordement de la zone de déflexion 10a et de la zone d'appui 8 et le plan 9 de resserrement maximal de l'élément profilé. On désigne par l_4 la longueur, dans la direction axiale, de la zone de turbulence 10b située en dessous du plan 9.

5 On a porté plusieurs points a, b, c, d, e et f sur la ligne méridienne de l'élément profilé entre les éléments de raccordement supérieur et inférieur 6a et 6b.

Les parties ab, bc, cd, de, ef, de la méridienne et de ses prolongements peuvent présenter des formes courbes ou droites, de manière à faciliter l'usinage de l'élément profilé.

10 L'inclinaison des différentes parties de la ligne méridienne par rapport à la direction axiale 2 est définie par les angles α_1 , α_2 , α_3 et α_4 .

De manière générale, on peut définir la forme géométrique et les dimensions de l'élément profilé par les inégalités et les précisions données ci-dessous :

$D_N \rightarrow$ Dimension nominale équipement

$$l_1 \geq l_2 \quad D_1 > D_N \geq D_3$$

$$\alpha_1 \geq \alpha_2 \quad D_2 = D_N \# D_4$$

$$\alpha_2 \# \alpha_3 \quad D_5 \# D_N$$

20 $\alpha_4 \gg \alpha_3 \quad L_U \leq L_D$

$$l_3 \gg l_4 \quad D_1 \rightarrow \emptyset \text{ maxi du profil}$$

$$D_3 \rightarrow \emptyset \text{ mini du profil}$$

De préférence :

$$\alpha_4 \leq 45^\circ$$

25 $\alpha_3 \leq 30^\circ$

(abcdef) \rightarrow "rectiligne" ou "curviligne".

En particulier, une des conditions importantes, pour la réalisation de l'élément profilé selon l'invention et selon le premier mode de réalisation est que l'angle α_4 de la tangente à la méridienne du profil avec la direction axiale à la partie inférieure de la zone de turbulence 10b soit très supérieur à l'angle α_3 de la tangente à la méridienne du profil avec la direction axiale à la

partie supérieure de la zone de déflexion 10a, au point où elle se raccorde à la zone d'appui 8.

De plus, dans la zone d'appui 8, on peut usiner des rainures en creux par rapport à la surface de la zone d'appui, de manière à faciliter le passage continu du fluide de forage, à l'intérieur de l'annulaire 5', comme représenté par la flèche 5a.

Comme il sera expliqué, en regard de la figure 2, la forme de l'élément profilé 1 suivant l'invention permet de faciliter la circulation des débris et le nettoyage du trou pendant le forage, l'élément profilé étant en appui contre la paroi du trou de forage 5 suivant la partie de plus grand diamètre de la zone d'appui 8 (qui peut comporter une garniture anti-usure).

Le fluide de forage circulant de bas en haut dans l'annulaire 5', comme indiqué par la flèche 5a et transportant des débris de forage provenant du fond du trou 5, est entraîné, du fait de la rotation de l'élément 1, suivant une trajectoire hélicoïdale 11 qui a été représentée sur la figure 2.

A l'intérieur de l'espace délimité par la surface externe concave de la zone de turbulence 10b qui constitue un épaulement, l'écoulement 11 crée un tourbillon qui favorise l'agitation du fluide de forage et l'entraînement des débris de forage. Au niveau de la zone de turbulence 10b, l'équipement de forage peut présenter, dans certains cas, un diamètre minimal. Le fluide de forage et les débris rencontrent ensuite la paroi inclinée vers l'extérieur de la zone de déflexion 10a, de manière que le fluide de forage et les débris sont dirigés vers le contour intérieur du trou de forage 5, ce qui favorise le balayage de la paroi.

On a représenté sur la figure 2 les composantes du vecteur vitesse v_D du fluide de forage, ce vecteur comportant une composante axiale v_a et une composante radiale v_r , ce qui permet un entraînement du fluide et des débris vers la paroi du trou 5 et, ainsi, leur recirculation dans l'espace 5'.

On facilite ainsi la circulation du fluide et des débris et le balayage du trou et l'on évite une accumulation de débris contre la paroi du trou. On diminue ainsi les coefficients de frottements axiaux et tangentiels du train de tiges de forage à l'intérieur du trou de forage 5. On obtient également, au niveau de la zone d'appui 8, un effet de palier fluide qui favorise le glisse-

ment de la tige de forage. On limite également les risques de collage de l'équipement de forage par pression différentielle, en particulier dans les parties du trou de forage fortement inclinées par rapport à la verticale.

On a représenté sur la figure 2 la vitesse de rotation angulaire Ω autour de l'axe 2 de l'élément profilé 1 de l'équipement de forage favorisant un mouvement giratoire du fluide de forage et des débris superposé à l'effet de déflexion sous l'effet de la paroi inclinée, ce qui permet d'obtenir une circulation hélicoïdale 11 autour de l'élément 1 (comme montré sur la figure 2).

Sur la figure 3, on a représenté une variante de réalisation de l'élément profilé 1 selon le premier mode de réalisation, l'élément profilé 1 comportant une succession de zones d'appui 8, de zones de déflexion 10a et de zones de turbulence 10b, ces zones successives de l'élément profilé étant disposées suivant une hélice ayant un angle d'inclinaison α_5 .

Il est à remarquer que l'angle α_5 d'inclinaison de l'hélice 12 suivant laquelle sont disposées les zones profilées de l'élément 1 est défini par rapport à un plan transversal perpendiculaire à l'axe 2 et non par rapport à l'axe 2, comme les angles α_1 , α_2 , α_3 et α_4 . L'angle α_5 de l'hélice par rapport au plan transversal définit l'inclinaison des parties d'hélices dirigées vers la droite et de bas en haut, le sens d'enroulement de l'hélice dans le sens d'avancement du forage étant le même que le sens de rotation de l'équipement de forage (rotation Ω dans le sens horaire observée depuis la surface).

L'angle α_5 est de préférence compris dans l'intervalle :

$$0 \leq \alpha_5 < 75^\circ.$$

L'angle α_5 peut être par exemple voisin de 45° ou encore compris entre 30° et 60° .

Dans tous les cas, l'effet d'entraînement du fluide de forage et des débris est accru par la succession des zones de déflexion 10a et de turbulence 10b et par un effet de vis dû à la forme hélicoïdale et au sens d'enroulement de l'hélice de l'élément profilé.

De plus, l'effet de vis favorise la transmission d'une poussée sur l'outil fixé à l'extrémité de l'équipement de forage.

L'élément profilé représenté sur la figure 3 répond à la définition générale d'un élément de révolution autour de l'axe de l'élément, en tenant compte d'un déplacement axial de la méridienne, de manière continue pendant la génération du profil de révolution autour de l'axe.

5 Sur la figure 4, on a représenté une seconde variante de réalisation de l'élément profilé 1 suivant l'invention et suivant le premier mode de réalisation.

Dans ce mode de réalisation, la zone de déflexion 10a qui présente un contour de forme générale analogue à celle de la zone 10a de l'élément
10 profilé représenté sur la figure 1 comporte de plus, des cavités 13 usinées dans sa surface externe de forme tronconique.

Chacune des ouvertures 13, comme il est visible en particulier sur la figure 5, comporte une première partie 13a de direction sensiblement axiale et une seconde partie 13b dans le prolongement de la partie 13a ayant une
15 direction inclinée faisant un angle α_6 avec l'axe longitudinal 2 de l'élément profilé. L'inclinaison α_6 de la partie inclinée 13b dirigée vers la droite et de bas en haut sur l'élément profilé permet de favoriser un écoulement hélicoïdal du fluide de forage et un entraînement des débris vers le haut.

Comme il est visible sur la figure 4, le fluide de forage circulant dans
20 l'annulaire 5' autour de l'élément profilé de l'équipement de forage, comme représenté par la flèche 5a est dévié latéralement par les cavités 13, comme représenté par le vecteur vitesse v_D à la sortie des cavités 13.

Comme précédemment le vecteur v_D est incliné par rapport à l'axe en direction de la paroi du trou de forage 5 de sorte qu'on obtient l'effet de circulation et de balayage des débris voulu.
25

Il est à remarquer que, dans le cas de la seconde variante de réalisation, l'effet de déviation latérale du fluide de forage est obtenu à vitesse de rotation nulle de l'équipement de forage, c'est-à-dire pour $\Omega = 0$, du fait de l'inclinaison des cavités 13.

30 A titre optionnel, l'un des bords 13' des cavités 13 peut présenter une partie usinée en contre-dépouille dirigée vers l'arrière en considérant le déplacement en rotation à vitesse Ω de l'élément profilé (dans le sens horaire en vue de dessus de l'élément profilé), de manière à assurer un meilleur

brassage du fluide de forage et une meilleure activation de la circulation de ce fluide de forage et des débris. La zone de turbulence 10b et la zone de déflexion 10a sont alors partiellement confondues.

5 Sur la figure 6, on a représenté un second mode de réalisation de l'élément profilé 1.

L'élément profilé 1 selon le second mode de réalisation représenté sur la figure 6 reprend certaines caractéristiques du dispositif selon le FR-99 01391.

10 Le brevet antérieur décrit un élément profilé comportant une zone d'appui dans laquelle sont usinées des rainures et des parties en saillie suivant des dispositions hélicoïdales, les rainures et les parties en saillie présentant des caractéristiques géométriques variables suivant la direction axiale de l'élément profilé, de manière à créer une circulation de fluide autour de l'élément d'appui favorisant le glissement de l'élément d'appui, par
15 effet de palier hydrodynamique.

Selon une forme de réalisation préférentielle, l'élément profilé comporte, dans le prolongement de la zone d'appui vers le bas, une zone d'activation de la circulation du fluide comportant des rainures usinées dans le prolongement des rainures de la partie d'appui dont le profil qui peut présenter en particulier une contre-dépouille, assure une agitation et une remontée
20 du fluide de forage et des débris à l'intérieur de l'annulaire autour de l'équipement de forage.

L'élément profilé 1 selon le second mode de réalisation de l'invention représenté sur la figure 6 comporte, entre une zone de raccordement supérieure 6a et une zone de raccordement inférieure 6b dont le diamètre extérieur est sensiblement égal au diamètre nominal D_N de l'élément de forage, une zone d'appui 8, une zone de déflexion 10 caractéristique du profil suivant l'invention et une zone 14 d'activation de la circulation du fluide, ou zone de turbulence, qui peut être analogue à la zone d'activation du fluide
25 du dispositif selon l'art antérieur.

30 La zone d'appui 8 peut présenter une forme cylindrique et, dans cette zone, l'élément profilé peut comporter, sur sa surface externe, des garnitures anti-usure ayant la forme de segments annulaires.

La zone 8 peut présenter, comme décrit précédemment, une forme torique, sphérique ou encore ovoïde.

5 Dans la zone d'agitation 14, ou zone de turbulence, l'élément profilé qui présente une forme générale cylindrique est usiné pour comporter des rainures en creux 15 suivant des hélices ayant pour axe l'axe 2 de l'élément profilé et présentant une section transversale dans un plan perpendiculaire à l'axe 2 pouvant comporter une partie en contre-dépouille, comme décrit dans le brevet antérieur.

10 Les rainures 15 peuvent également comporter un profil symétrique dont l'effet d'activation du fluide de forage et des débris est inférieur à l'effet produit par des rainures à section dissymétrique comportant une contre-dépouille vers l'arrière des rainures (en considérant le sens de rotation de l'équipement de forage).

15 Le diamètre extérieur de l'élément profilé dans la zone de turbulence 14 est désigné par D_{H1} .

L'angle d'inclinaison des hélices constituées par les rainures 15, sensiblement constant suivant la direction axiale de la zone de turbulence 14, est désigné par β_1 .

20 Selon l'invention, une zone de déflexion 10 est intercalée entre la zone d'appui 8 et la zone de turbulence 14.

25 Dans la zone 10, comme il est visible sur les figures 6 et 7, l'élément profilé 1 dont la surface extérieure sensiblement cylindrique présente un diamètre D_F comporte des rainures 16 débouchantes disposées suivant des hélices ayant pour axe l'axe 2 de l'élément profilé, à profondeur variable suivant la direction axiale 2, dont le fond présente une méridienne 16a (visible sur la figure 6) sous la forme d'une ligne inclinée par rapport à l'axe 2 de l'élément profilé, dans un sens tel que la ligne méridienne 16a s'éloigne de l'axe 2, lorsque l'on se déplace du bas vers le haut, c'est-à-dire de la zone de turbulence 14 vers la zone d'appui 8.

30 La ligne méridienne 16a présente également une inclinaison croissante par rapport à la direction de l'axe 2, dans le sens allant de la zone de turbulence 14 vers la zone d'appui 8.

Si l'on désigne par α_1 et α_2 les angles des tangentes à la ligne méridienne 16a avec la direction axiale à ses extrémités adjacentes à la zone d'appui 8 et à la zone de turbulence 14, respectivement, on a :

$$\alpha_1 \geq \alpha_2.$$

5 L'inclinaison de la ligne méridienne 16a dans la zone de déflexion 10 par rapport à la direction axiale 2 augmente de manière continue suivant toute la longueur de la ligne méridienne de la zone de turbulence 14 à la zone d'appui 8.

Si l'on désigne par D_A le diamètre de la partie d'appui, la forme générale extérieure de l'élément profilé est définie par les inéquations suivantes :

$$D_A > D_F > D_{H1}.$$

De plus, on a porté sur la figure 6 en pointillés le contour d'un élément profilé qui serait réalisé selon le brevet antérieur FR-99 01391. Dans le cas du brevet antérieur, les rainures de la zone de turbulences et de la zone d'appui (qui s'étendent suivant les longueurs L_H et L_D des zones d'appui et de déflexion de l'élément profilé suivant l'invention) sont usinées de manière continue et dans le prolongement les unes des autres, dans la zone de turbulences et dans la zone d'appui.

Dans le cas de l'invention, les zones de turbulence 14 et de déflexion 10 sont totalement séparées et la zone d'appui 8 peut être exempte de rainures à géométrie variable, dans le prolongement des rainures de la zone de turbulence.

La zone d'appui 8 d'une part et les zones de déflexion 10 et de turbulence 14 d'autre part sont complètement séparées.

25 Il est possible d'usiner une gorge 17 constituant un épaulement et un congé de séparation entre les rainures 16 de la zone de déflexion et la zone d'appui 8.

De même, un congé 18 annulaire permet de séparer les rainures d'agitation 15 de la zone de turbulence 14 des rainures 16 de la zone de déflexion 10a.

30 On voit sur la figure 7 que les rainures 16 à profondeur variable présentant un angle d'inclinaison hélicoïdal β_2 ont une largeur décroissante

lorsqu'on se dirige du bas vers le haut, c'est-à-dire de la zone de turbulence 14 vers la zone d'appui 8.

Comme il est visible sur la figure 8A, dans la zone de déflexion 10, les rainures 16 dont le fond 16a est incliné vers l'extérieur, de bas en haut, produisent une déflexion du fluide de forage dont le vecteur vitesse v_D à la sortie des rainures 16 a été représenté sur la figure 8A.

Le vecteur v_D présente une composante axiale v_A et une composante radiale v_R .

Sur la figure 8B, on a représenté l'élément profilé 1 vu depuis la surface, dans une partie du trou de forage 5 fortement inclinée par rapport à la verticale ou même sensiblement horizontale. La composante radiale v_R du vecteur vitesse favorise la remise en circulation des débris de la partie basse II vers la partie haute I du trou de forage et produit un balayage de la paroi du trou.

De plus, la rotation de la tige et/ou l'inclinaison hélicoïdale des rainures 16 permettent d'obtenir un effet d'entraînement hélicoïdal du fluide de forage autour de l'axe 2 de l'élément profilé.

Sur les figures 9 et 10, on a représenté un troisième mode de réalisation d'un élément profilé suivant l'invention.

L'élément profilé désigné de manière générale par le repère 1 de forme tubulaire et présentant un axe 2 comporte, entre une partie d'extrémité supérieure de raccordement 6a et une partie inférieure d'extrémité de raccordement 6b, une zone de déflexion 10 et une zone d'appui 8 qui est réalisée de manière à assurer une agitation du fluide de forage et des débris et un raclage du trou de forage, c'est-à-dire les fonctions d'une zone de turbulence.

En d'autres termes, dans le cas du troisième mode de réalisation, la zone d'appui et la zone de turbulence sont confondues suivant la zone 8.

Les zones d'extrémité de raccordement 6a et 6b présentent un diamètre D_N qui est le diamètre nominal de l'élément de forage sur lequel est disposé l'élément profilé 1.

Comme il est visible en particulier sur la figure 10, les rainures 20 de la zone d'appui et de turbulence 8 comportent un profil transversal dont la

partie arrière, dans le sens de rotation Ω de l'équipement et de l'élément profilé présente une partie en contre-dépouille 20a sensiblement droite produisant un effet d'agitation et d'entraînement du fluide de forage et des débris, lors de la rotation de l'équipement de forage.

5 La partie arrière des rainures 20 se raccorde à une partie adjacente 19 de la surface de la zone d'appui 8 par l'intermédiaire d'une surface inclinée 21 faisant un angle α_2 sur la vue développée de la figure 10, avec la direction circonférentielle de la zone d'appui 8.

10 Dans la zone de déflexion 10, les rainures 20 sont prolongées axialement par des rainures de déflexion 22 dont le fond 22a présente une méridienne inclinée par rapport à l'axe 2 de l'élément profilé, de manière à s'éloigner de l'axe lorsqu'on se déplace du bas vers le haut.

15 De manière générale, les rainures 20 et les rainures 22 sont disposées suivant des hélices ayant pour axe l'axe 2 de l'élément profilé de forage 1.

Entre la zone inférieure de raccordement 6b de l'élément profilé et la zone d'appui 8, est ménagée une zone 23 de transfert du fluide de forage dans laquelle s'étendent les parties d'extrémité des rainures 20.

20 Le fluide de forage pénètre dans les rainures 20 au niveau de la zone de transfert 23 et se trouve soumis, dans la zone d'appui et de turbulence 8, à un brassage et une agitation qui est particulièrement intense, lorsque les rainures 20 comportent une partie arrière 20a usinée en contre-dépouille.

25 De plus, les rainures 20 peuvent être usinées de manière que leur profondeur soit variable et décroissante dans le sens de circulation du fluide, de manière à augmenter l'effet de palier fluide par passage du fluide de forage des rainures 20 au-dessus de la surface inclinée 21 faisant un angle α_2 avec la surface de la zone d'appui 19.

30 Comme représenté sur la figure 10, les rainures 20 sont usinées pour présenter un profil G_1 sans contre-dépouille puis réusinées pour présenter le profil G_2 comportant la partie 20a en contre-dépouille à l'arrière de la rainure 20 dans le sens de rotation Ω .

La partie en contre-dépouille 20a présente une surface plane à l'arrière de la rainure 20 faisant un angle γ avec la direction radiale de l'élément

profilé. Le premier profil G_1 des rainures 20 comporte une partie d'entrée (en considérant le sens de la rotation Ω de l'équipement de forage) dont la tangente fait, avec la direction circonférentielle de l'élément profilé, un angle α_1 généralement très supérieur à l'angle α_2 , avec la direction circonférentielle, de la partie de raccordement des rainures 20 avec la zone d'appui 19, à la sortie des rainures 20.

Dans tous les cas, le diamètre D_{G1} de la partie d'appui 19 est supérieur au diamètre D_{G2} de l'élément profilé au niveau de la sortie de la rainure 20, à la partie externe de la surface en contre-dépouille. De cette manière, l'élément profilé 1 ne vient jamais en contact avec la paroi du trou de forage suivant la partie de sortie des rainures 20 et un effet de palier fluide est réalisé le long de la surface inclinée 21 joignant la partie de sortie des rainures 20 à la zone d'appui 19.

De manière générale, l'élément profilé 1 selon le troisième mode de réalisation est défini par les conditions données ci-dessous :

$$D_{G2} > D_N$$

$$D_{G1} > D_N$$

$$D_{G2} < D_{G1}$$

$$\alpha_1 \gg \alpha_2$$

$\gamma < 0$ (angle de contre-dépouille en tenant compte du sens de la rotation Ω).

En particulier, le diamètre D_{G2} de l'élément profilé 1 au niveau de la partie de sortie des rainures 20, dans la direction transversale, en considérant le sens de la rotation Ω de l'équipement de forage, est toujours inférieur au diamètre D_{G1} de l'élément profilé au niveau des zones d'appui 19. La partie de sortie des rainures ne vient jamais en contact avec le trou de forage et un effet de palier fluide est obtenu suivant la surface de raccordement inclinée.

Dans le cas où D_{G1} est sensiblement égal ou légèrement inférieur à D_t , l'équipement de forage a le rôle d'un stabilisateur.

Dans ce cas, les zones d'appui 19 de l'élément profilé 1 au niveau desquelles le diamètre D_{G1} de l'élément profilé est maximal constituent les lames du stabilisateur.

De plus, comme il est visible sur la figure 10, les rainures 20 sont disposées suivant une hélice faisant un angle α_3 avec le plan de direction transversale de l'élément profilé.

L'angle α_3 peut être constant ou croissant suivant la longueur des rainures ou variable, de manière à obtenir le meilleur effet possible d'accélération de la vitesse de circulation du fluide de forage et d'entraînement des débris de forage, par effet de vis d'Archimède. Dans certains cas, un usinage en contre-dépouille selon le profil G_2 des rainures 20 n'est pas nécessaire si l'on ne recherche pas un effet de turbulence et de nettoyage du trou de forage particulièrement marqué.

Sur les figures 11 à 18, on a représenté divers éléments de forage comportant des éléments profilés suivant l'invention.

Sur les figures 11 et 12, on a représenté des masses-tiges 24 et 25 qui comportent plusieurs éléments profilés successifs 1 suivant l'invention.

Les masses-tiges des trains de tiges de forage comportent des parties d'extrémité de raccordement telles que 24a, 24b et 25a, 25b à leurs extrémités présentant, respectivement, des filetages femelles et mâles, de forme conique, permettant le raccordement des extrémités de la masse-tige à un élément du train de tiges comportant un élément de raccordement mâle ou femelle correspondant.

Le diamètre nominal D_N de la masse-tige est le diamètre des parties d'extrémité de raccordement, par rapport auquel sont définis les diamètres caractéristiques des éléments profilés 1 suivant l'invention.

Dans le cas de la masse-tige 24 représentée sur la figure 11, les éléments profilés 1 sont réalisés suivant la seconde variante du premier mode de réalisation.

Les éléments profilés 1 qui sont placés successivement dans la direction axiale 2 de la tige comportent une zone d'appui 8 dont la surface externe présente une forme cylindrique, torique ou sphérique, une zone de déflexion 10a dans laquelle sont prévues des cavités 13 favorisant la déflexion latérale du fluide quelle que soit la vitesse de rotation de la masse-tige et éventuellement l'agitation et la turbulence de la circulation de fluide

de forage et enfin une zone de turbulence 10b dans laquelle le fluide de forage peut se présenter sous la forme d'un écoulement tourbillonnaire.

La masse-tige 25 représentée sur la figure 12 présente des profils successifs 1 disposés en hélice selon la première variante du premier mode de réalisation de l'invention. On obtient ainsi un effet de vis d'Archimède et une poussée mécanique sur l'outil améliorant la transmission du poids du train de tiges de forage vers l'outil de forage ainsi qu'un effet hydraulique d'entraînement de fluide de forage et des débris vers le haut. Chacun des éléments profilés 1 comporte une zone d'appui 8, une zone de déflexion 10a et une zone de turbulence 10b susceptible d'entrer en contact avec des parties en saillie de la paroi du trou 5. De plus, dans la zone de déflexion 10a, sont usinées des cavités 13 selon la seconde variante du premier mode de réalisation de l'invention.

Sur les figures 13, 14, 15 et 16, on a représenté des tiges de forage 27, 28, 29 et 30 incorporant des éléments profilés 1 suivant l'invention placés successivement dans la direction axiale 2 de la tige de forage.

Les tiges de forage représentées sur les figures 13 à 16 peuvent être des tiges de forage telles que des tiges lourdes ou d'autres types de tiges intermédiaires. De telles tiges de forage comportent à leurs extrémités des pièces de raccordement (coniques filetées telles que 27a, 27b (en ce qui concerne la tige 27 représentée sur la figure 13) dont le diamètre est supérieur au diamètre D_N de la tige de forage, c'est-à-dire le diamètre de la partie courante de la tige de forage entre ses extrémités de raccordement telles que 27a et 27b.

Les profils 1 suivant l'invention répartis suivant la longueur de la tige de forage sont définis par rapport au diamètre D_N de la tige de forage.

La tige de forage 27 représentée sur la figure 13 comporte des éléments profilés successifs 1 réalisés suivant la seconde variante du premier mode de réalisation.

Chacun des éléments profilés comporte une zone d'appui 8 dont la surface extérieure peut être torique, sphérique ou cylindrique, une zone de déflexion 10a et une zone de turbulence 10b.

Dans la zone de déflexion 10a, sont prévues des cavités 13 permettant d'obtenir une déviation latérale du fluide de forage indépendamment de la rotation de la tige 27 et, éventuellement, une agitation du fluide de forage. Une zone de turbulence 10b est réalisée entre chaque zone de déflexion 10a et la zone d'appui 8 d'un élément profilé adjacent.

Sur la figure 14, on a représenté une tige de forage 28 comportant des éléments profilés 1 suivant l'invention et suivant le second mode de réalisation.

Chacun des éléments profilés comporte une zone d'appui 8 qui peut présenter une surface extérieure cylindrique, une zone de déflexion 10 et une zone de turbulence 14 qui peut comporter des rainures à profil en contre-dépouille.

Sur la figure 15, on a représenté une tige de forage 29 comportant des éléments profilés successifs 1 selon l'invention et selon le troisième mode de réalisation.

Chacun des éléments profilés 1 comporte une zone d'appui et de turbulence 8 et une zone de déflexion 10 constituée à la sortie des rainures 20 de la zone d'appui 8.

Sur la figure 16, on a représenté une tige de forage 30 comportant des éléments profilés 1 associant les caractéristiques des éléments profilés selon le premier et le troisième mode de réalisation.

Les zones d'appui 8 peuvent présenter une surface extérieure de forme torique ou sphérique et des rainures 20 réalisées selon le troisième mode de réalisation assurent une agitation du fluide au niveau des zones d'appui 8 qui constituent également des zones de turbulence.

Le profil 1 est complété par une zone de déflexion 10a, par exemple de forme tronconique et une zone de turbulence 10b intercalée entre la zone de déflexion 10a et une zone d'appui et de turbulence 8 d'un élément profilé 1 adjacent.

Sur les figures 17 et 18, on a représenté des éléments d'un train de forage assurant le raccordement de composants du train de tiges de forage, ces éléments étant appelées "tool-joints". De manière générale, les formes de réalisation relatives au tool-joint représenté sur les figures 17 et 18 s'ap-

pliqueraient à tout raccord intermédiaire entre deux composants d'un train de tiges constituant l'équipement de forage.

Le tool-joint ou raccord intermédiaire tel que 31 comporte des parties de raccordement d'extrémité 31a et 31b permettant de passer d'un premier diamètre du train de tiges à un second diamètre supérieur au premier permettant le raccordement d'un composant.

Le tool-joint 31 ou raccord intermédiaire comporte un élément profilé 1 suivant l'invention et suivant la seconde variante du premier mode de réalisation.

L'élément 1 présente une surface extérieure généralement sphérique, torique ou cylindrique et comporte une zone d'appui 8 suivant laquelle l'élément profilé 1 présente son diamètre maximal OD_1 et une zone de déflexion 10 suivant laquelle sont usinées des cavités 13 assurant la déflexion latérale et l'agitation du fluide de forage.

Le diamètre OD_2 de la partie de raccordement inférieure 31b du tool-joint est inférieur au diamètre maximal OD_1 de la zone d'appui 8, de manière que l'appui du tool-joint sur le trou de forage ne se fasse que suivant le diamètre maximal de la zone d'appui.

Sur la figure 18, on a représenté un tool-joint ou raccord intermédiaire 32 comportant, de part et d'autre d'une zone d'appui centrale généralement cylindrique 33, deux éléments profilés 1 réalisés suivant la première variante du premier mode de réalisation de l'invention, c'est-à-dire comportant des zones d'appui 8 de diamètre maximal OD'_1 et des zones de déflexion et de turbulence 10 placées suivant des hélices inclinées d'un angle α_5 par rapport au plan transversal perpendiculaire à l'axe 2 du tool-joint. Le diamètre du tool-joint 32 est maximal et égal à OD_1 , dans la zone centrale d'appui 33. OD'_1 est légèrement inférieur ou égal à OD_1 .

On peut également concevoir au moins un raccord d'extrémité fileté d'une tige de forage usiné pour comporter au moins un élément profilé suivant l'invention. Les deux raccords d'extrémité filetés d'une tige de forage peuvent comporter au moins un élément profilé suivant l'invention.

Dans tous les cas, les éléments profilés suivant l'invention permettent de favoriser la circulation du fluide de forage et des débris de forage, de net-

toyer la surface du trou de forage, de favoriser le glissement du train de tiges à l'intérieur du trou de forage et la transmission mécanique du poids vers l'outil du forage, et d'éviter un collage du train de tiges de forage dans le trou de forage, quelle que soit l'inclinaison du trou de forage par rapport à la verticale.

L'invention ne se limite pas strictement aux modes de réalisation qui ont été décrits.

On peut imaginer certaines variantes de réalisation des profils, associant par exemple les caractéristiques des profils selon les trois modes de réalisation et suivant leurs variantes qui ont été décrits plus haut.

L'invention s'applique à tout élément d'un train de tiges de forage et en particulier aux éléments de train de tiges de forage utilisés pour le forage directionnel.

REVENDEICATIONS

1.- Elément profilé pour un équipement de forage rotatif pour réaliser un trou de forage (5) présentant une forme globale de révolution et un axe (2) dirigé suivant l'axe de rotation du forage ainsi qu'au moins une zone d'appui (8) sur la paroi du trou de forage s'étendant suivant la direction axiale (2) de l'élément profilé (1) et présentant un diamètre maximal (D_1) constituant le diamètre maximal de l'équipement de forage et une zone de turbulence (10b, 14) pour produire une activation de la circulation d'un fluide de forage dans le trou de forage (5) autour de l'équipement de forage, caractérisé par le fait que l'élément profilé (1) comporte de plus une zone de déflexion (10a, 10) adjacente à la zone d'appui (8) et à la zone de turbulence (10b, 14), s'étendant suivant la direction axiale (2) de l'élément profilé (1), comportant au moins une surface inclinée (10a, 16a, 22a) par rapport à l'axe (2) du forage, dont la ligne méridienne dans un plan axial s'éloigne de l'axe (2) de l'élément profilé (1), dans le sens allant de bas en haut dans la position de service de l'élément profilé (1) dans le trou de forage (5).

2.- Elément profilé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins une surface d'appui (8) ayant une surface extérieure de forme torique, sphérique ou cylindrique et une zone de déflexion (10a) comportant une surface extérieure de forme tronconique.

3.- Elément profilé suivant la revendication 2, caractérisé par le fait qu'il comporte de plus au moins une zone de turbulence (10b) adjacente à une partie resserrée de la surface externe de la zone de déflexion (10a) ayant une surface externe de forme concave délimitant une zone d'agitation du fluide de forage.

4.- Elément profilé suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que l'angle (α_4) de la tangente à la méridienne de l'élément profilé (1) avec la direction axiale (2) de l'élément profilé, à la partie inférieure de la zone de turbulence (10b) est très supérieur à l'angle (α_3) de la tangente à la méridienne de l'élément profilé (1) avec la direction axiale (2), à la partie supérieure de la zone de déflexion en un point où elle se raccorde à la zone d'appui (8).

5.- Elément profilé suivant l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisé par le fait que des zones d'appui (8), des zones de déflexion (10a) et des zones de turbulence (10b) des éléments profilés (1) sont disposés autour de l'axe (2) de l'élément profilé, suivant une hélice faisant un angle d'hélice (α_5) par rapport à un plan transversal perpendiculaire à l'axe (2) de l'élément profilé, l'hélice étant enroulée dans un sens tel que la rotation de l'élément profilé (1) autour de son axe (2) entraîne le fluide de forage et des débris de forage vers le haut et exerce une poussée mécanique vers le bas sur l'équipement de forage améliorant la transmission du poids de l'équipement de forage vers un outil de forage.

6.- Elément profilé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que des cavités (13) sont usinées dans la surface externe de la zone de déflexion (10a) de l'élément profilé, chacune des cavités (13) comportant, de bas en haut, dans le sens de circulation (5a) du fluide de forage, une partie (13a) de direction sensiblement axiale et une partie (13b) dans le prolongement de la partie (13a) faisant un angle (α_6) avec la direction axiale (2) dans un sens tel que le fluide de forage et des débris de forage sont entraînés vers le haut suivant un parcours hélicoïdal.

7.- Elément profilé suivant la revendication 5, caractérisé par le fait qu'un bord arrière (13') des cavités (13) en considérant le sens de rotation (Ω) de l'équipement de forage, est usiné en contre-dépouille, de manière à favoriser l'agitation du fluide de forage.

8.- Elément profilé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte une zone d'appui (8) et une zone de déflexion (10) adjacente à la zone d'appui (8) ayant une surface externe sensiblement cylindrique dans laquelle sont réalisées des rainures (16) de circulation du fluide s'étendant généralement axialement ayant une surface (16a) inclinée par rapport à l'axe (2) vers l'extérieur de l'élément profilé (1) dans le sens allant de bas en haut, la zone de déflexion (10) pouvant être totalement séparée de la zone d'appui, par un épaulement ou congé (17), à une extrémité supérieure de raccordement de la zone de déflexion (10) avec la zone d'appui (8).

9.- Elément profilé suivant la revendication 8, caractérisé par le fait que les rainures (16) de la zone de déflexion (10) présentent une profondeur

décroissante entre une première extrémité de la zone de déflexion (10) éloignée de la zone d'appui (8) et une seconde extrémité adjacente à la zone d'appui (8).

5 10.- Elément profilé suivant l'une quelconque des revendications 8 et 9, caractérisé par le fait que les rainures (16) de la zone de déflexion (10) présentent une largeur décroissante dans la direction circonférentielle entre la première extrémité de la zone de déflexion (10) éloignée de la zone d'appui (8) et la seconde extrémité de la zone de déflexion adjacente à la zone d'appui (8).

10 11.- Elément profilé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé par le fait que l'inclinaison de la ligne méridienne (16a) de l'élément profilé (1), dans la zone de déflexion (10) augmente de manière continue suivant toute la longueur de la zone de déflexion (10), de la zone de turbulence (14) à la zone d'appui (8).

15 12.- Elément profilé suivant l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé par le fait qu'il comporte une zone d'agitation (14) adjacente à une seconde extrémité de la zone de déflexion (10) éloignée de la zone d'appui (8), dans laquelle la surface extérieure de forme générale cylindrique de l'élément profilé comporte des rainures à disposition générale hélicoïdale d'agitation du fluide de forage, chacune des rainures (16) de la zone de déflexion (10) étant dans le prolongement d'une rainure (15) de la zone de turbulence (14).

25 13.- Elément profilé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte une zone d'appui et de turbulence (8) dans laquelle la surface extérieure de l'élément profilé de forme générale cylindrique comporte des rainures (20), généralement à disposition hélicoïdale autour de l'axe (2) de l'élément profilé et dans une disposition adjacente aux rainures (20), des zones d'appui (19) et une zone de déflexion (10) comportant des rainures (22) disposées généralement dans le prolongement des rainures (20) de la zone d'appui ayant une surface (22a) inclinée vers l'extérieur par rapport à l'axe (2) de l'élément profilé dans le sens allant de bas en haut dans la position de service de l'élément profilé dans le trou de forage (5).

30

14.- Elément profilé suivant la revendication 13, caractérisé par le fait que le diamètre (DG_2) de l'élément profilé (1) au niveau de la partie de sortie des rainures (20), dans la direction transversale, en considérant le sens de la rotation (Ω) de l'équipement de forage, est inférieur au diamètre (DG_1) de l'élément profilé (1) au niveau des zones d'appui (19), une zone (21) assurant un effet de palier fluide étant intercalée entre la sortie des rainures (20) et une zone d'appui adjacente (19).

15.- Elément profilé suivant l'une quelconque des revendications 13 et 14, caractérisé par le fait que le profil méridien des rainures (20) comporte une partie d'entrée, dans le sens de la rotation (Ω) de l'équipement de forage dont la tangente fait avec la direction circonférentielle de l'élément profilé un angle (α_1) très supérieur à l'angle (α_2) de la tangente à la partie de sortie des rainures (20) se raccordant à une zone d'appui adjacente (19), avec la direction circonférentielle.

15 16.- Tige de forage comportant au moins un élément profilé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 15.

17.- Masse-tige comportant au moins un élément profilé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 15.

20 18.- Raccord intermédiaire comportant au moins un élément profilé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 15.

19.- Raccord d'extrémité fileté d'une tige de forage comportant au moins un élément profilé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 15.

25 20.- Stabilisateur d'un train de tiges de forage constitué par un élément profilé (1) suivant l'une quelconque des revendications 13 à 15 dont les zones d'appui (19) au niveau desquelles le diamètre (DG_1) de l'élément profilé (1) est maximal constituent des lames de stabilisateur, le diamètre maximal (DG_1) de l'élément profilé (1) étant légèrement inférieur ou sensiblement égal au diamètre (D_t) du trou de forage.

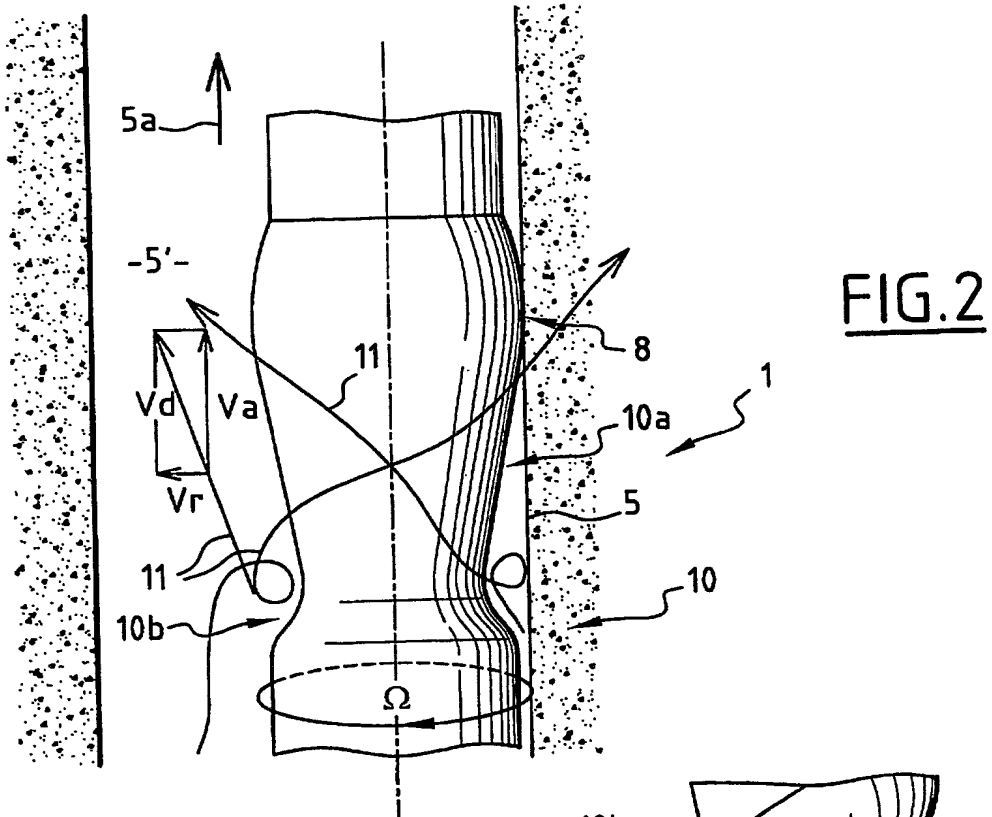
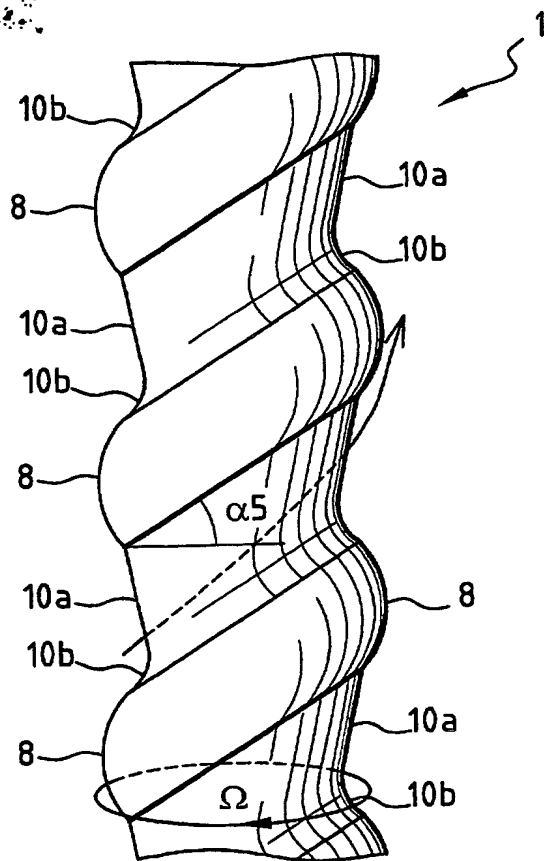
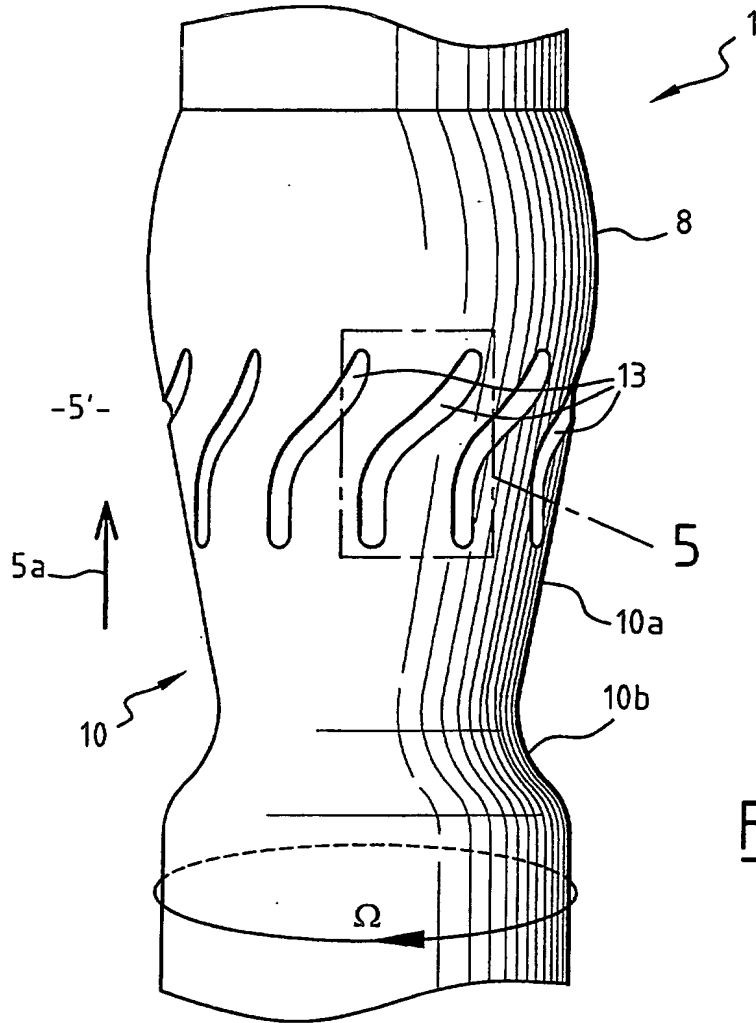
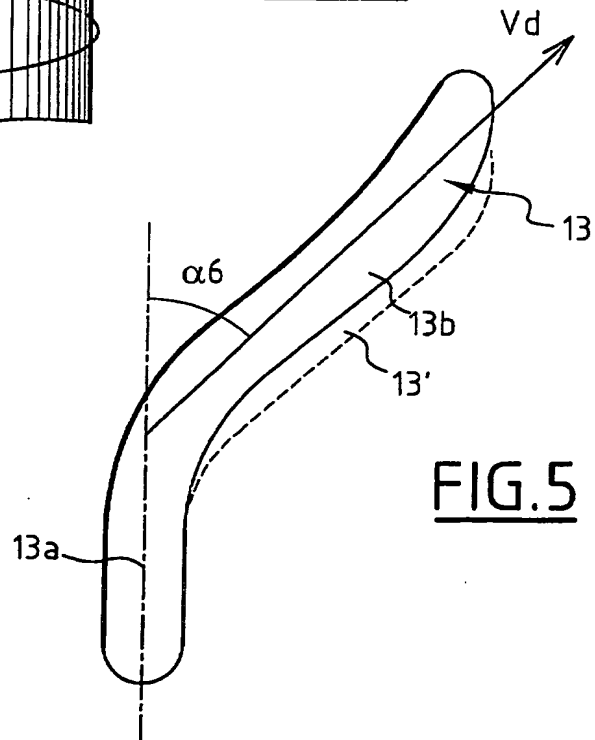
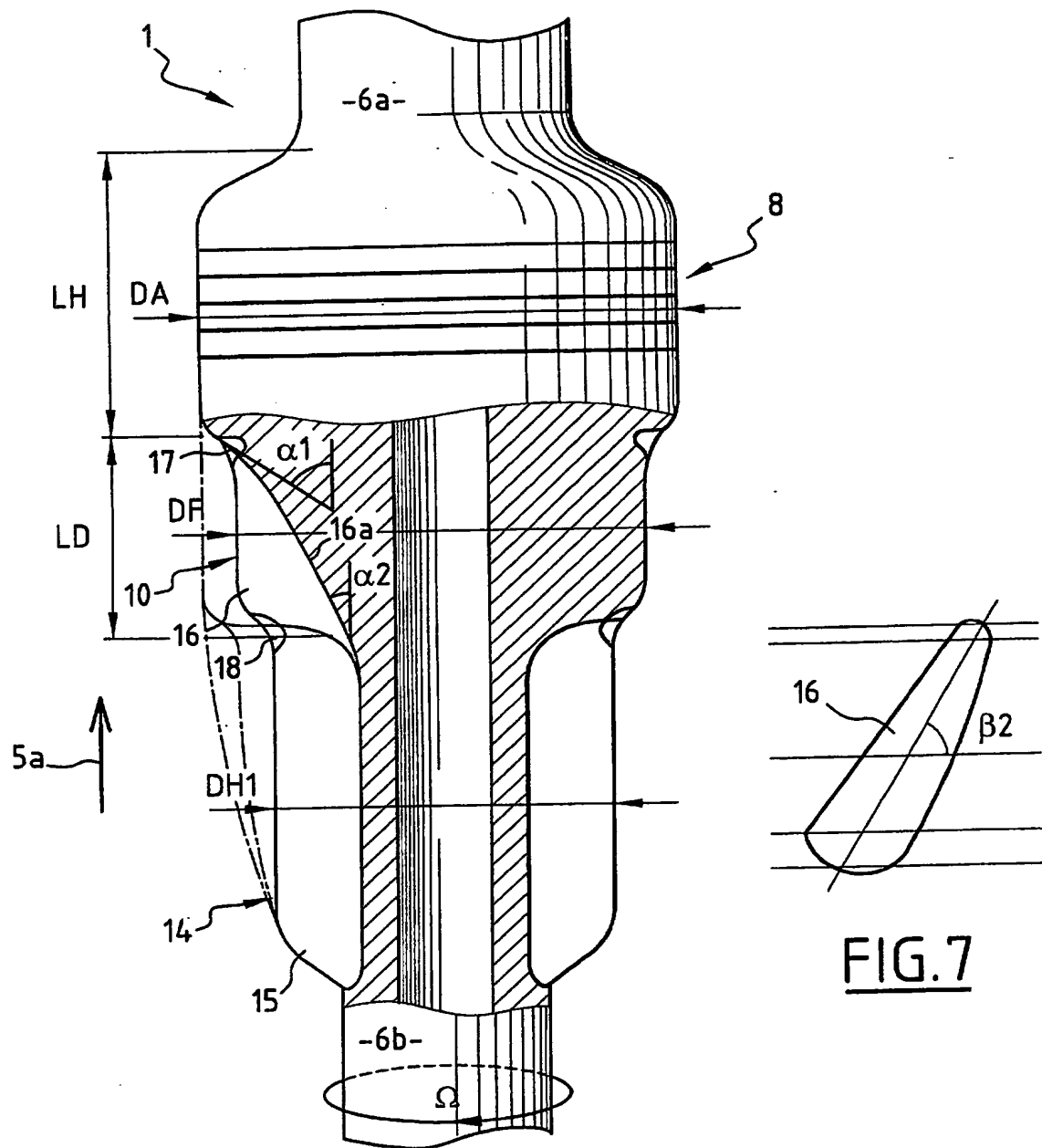


FIG. 3



3/11

FIG. 4FIG. 5

FIG. 6FIG. 7

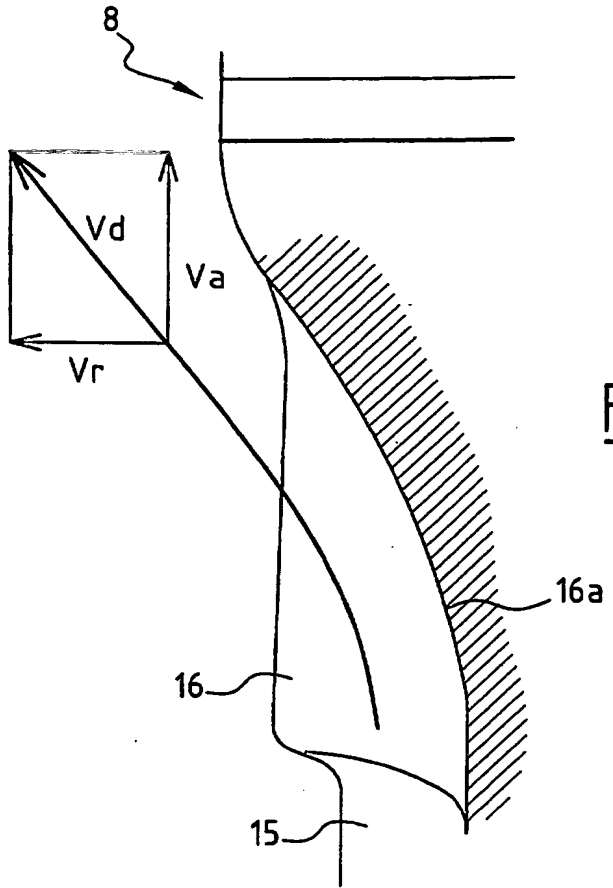
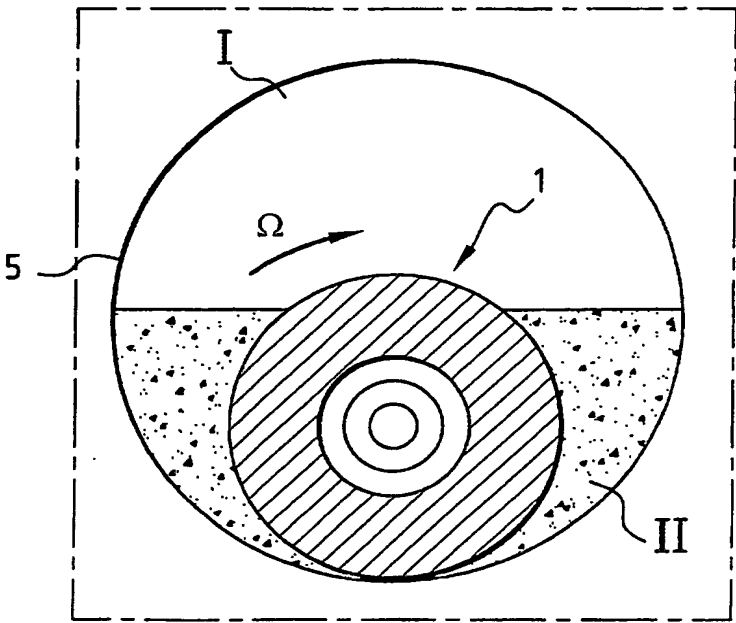
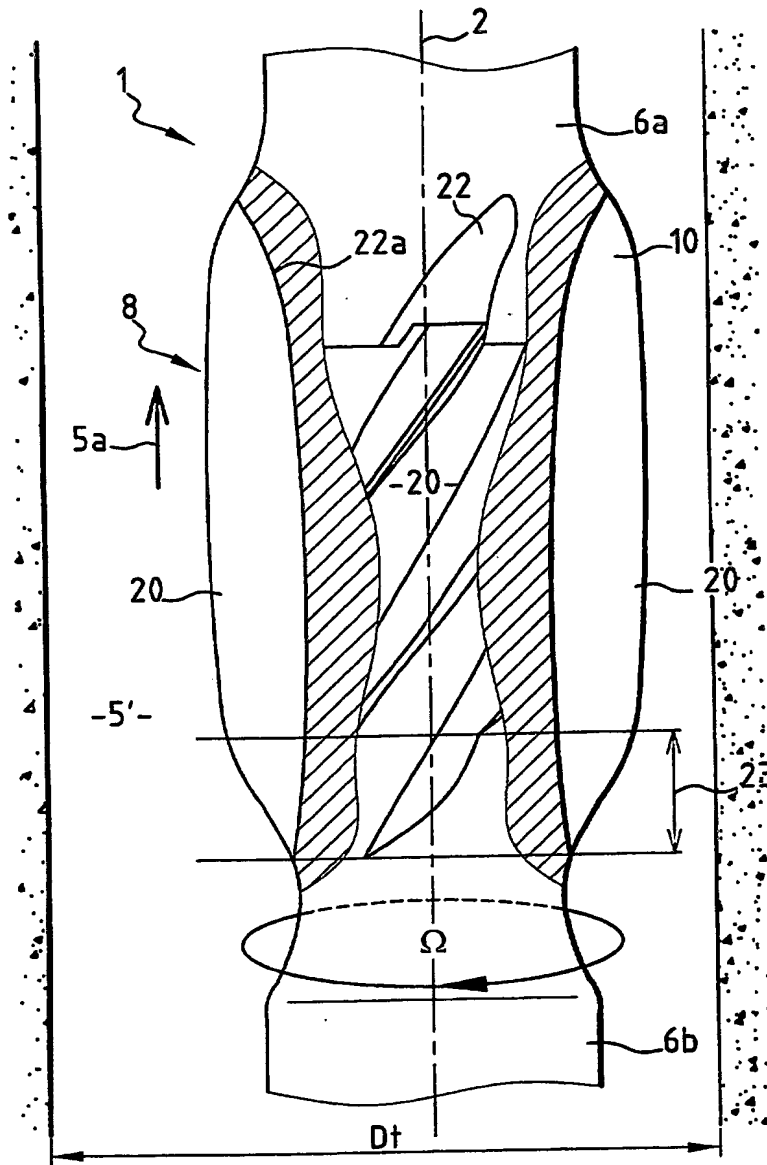
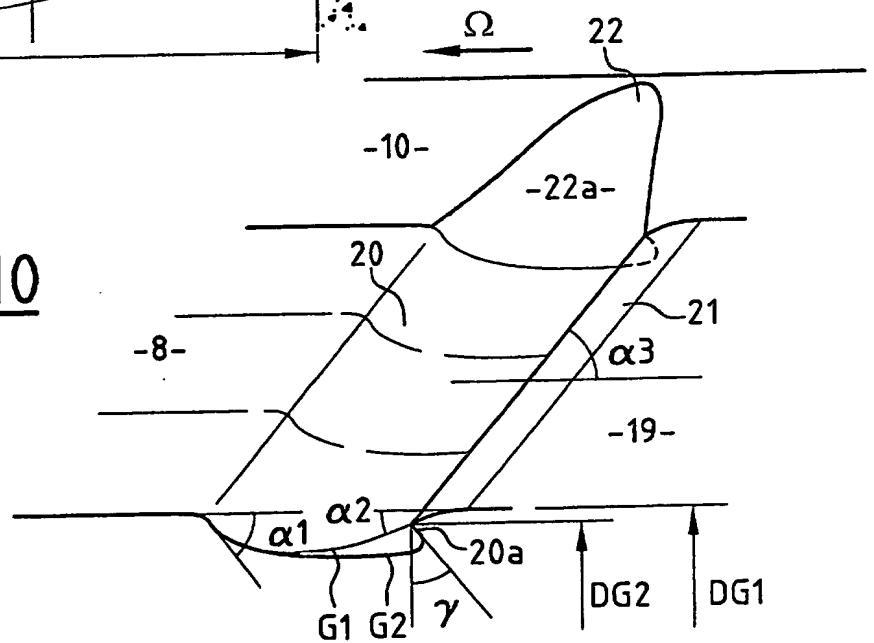


FIG. 8A

FIG. 8B



6/11

FIG. 9FIG. 10

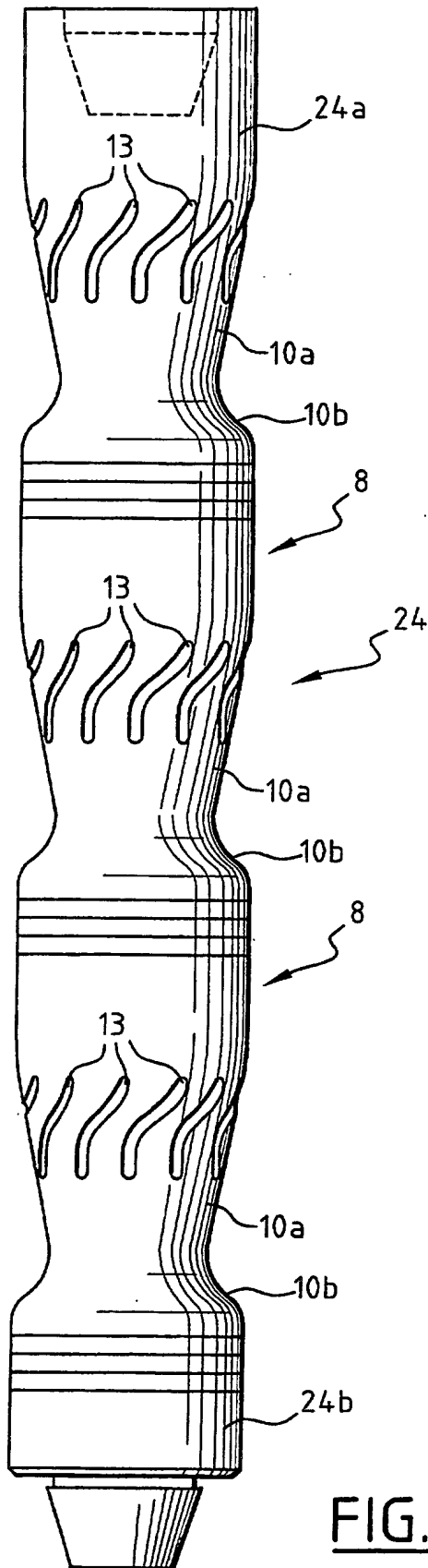


FIG. 11

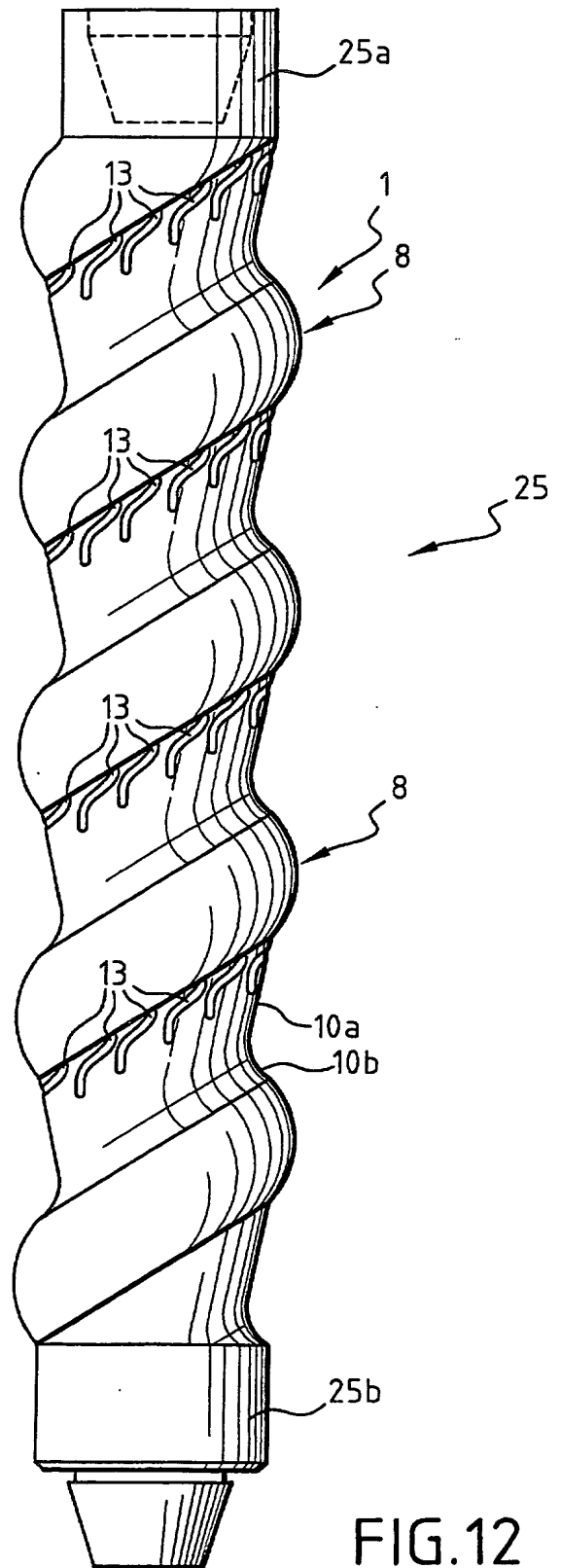
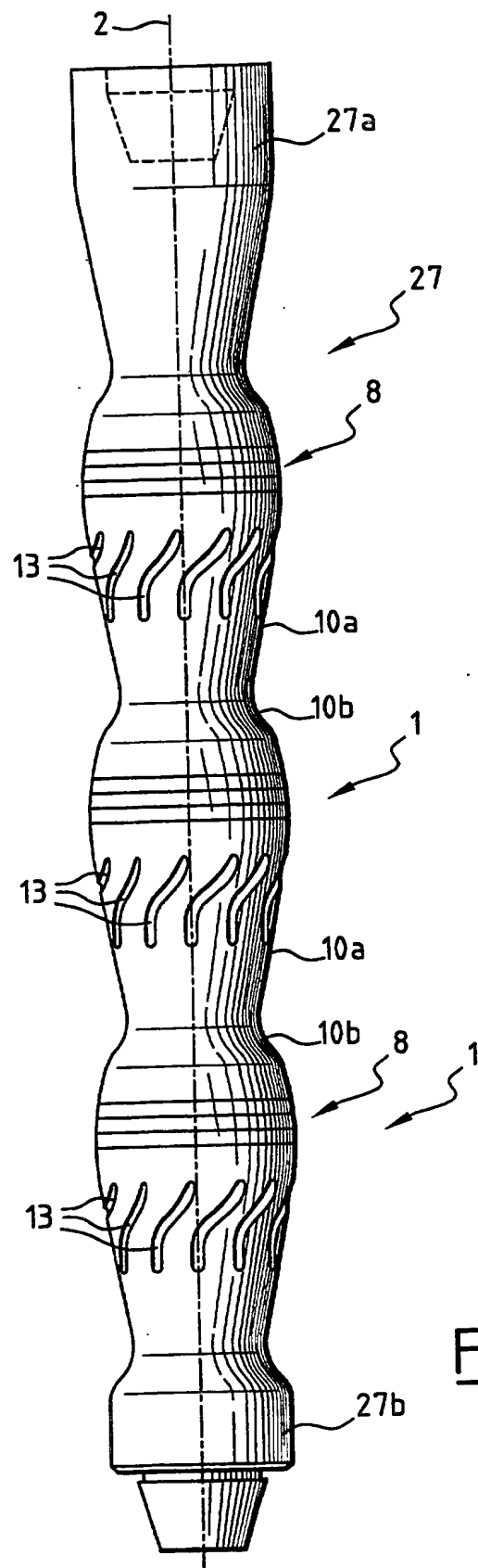
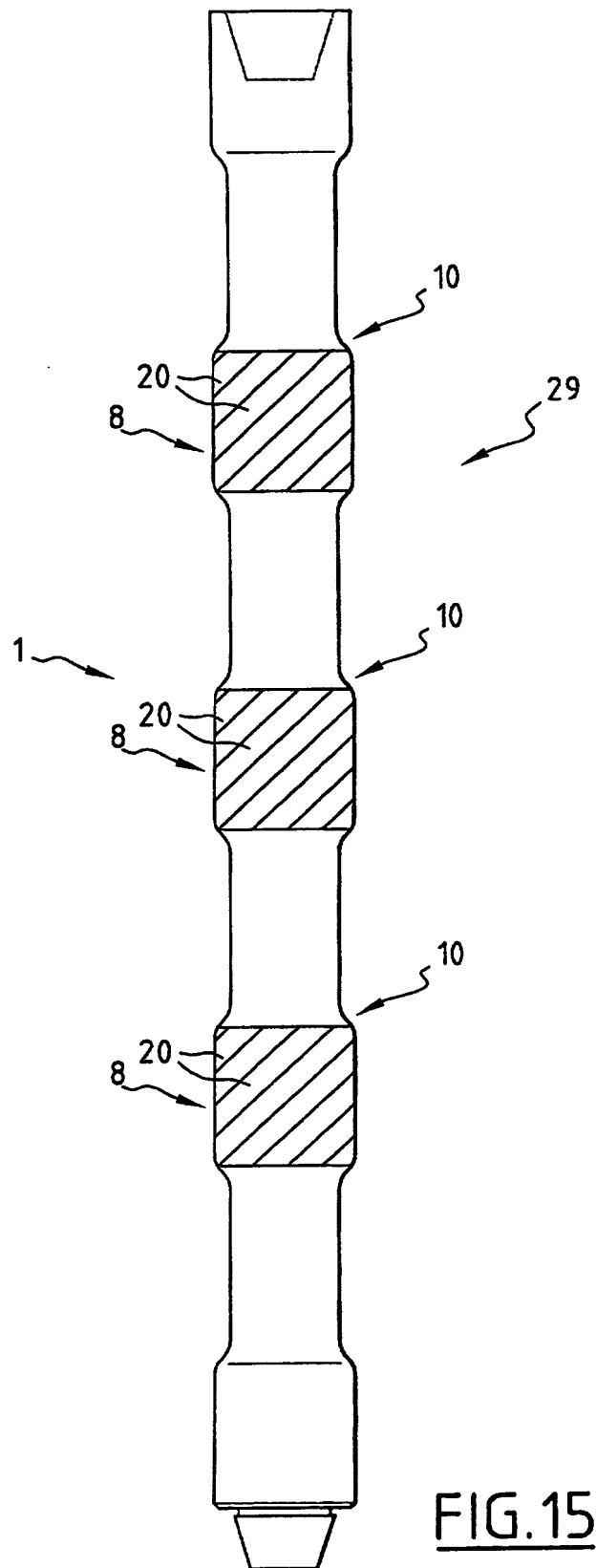
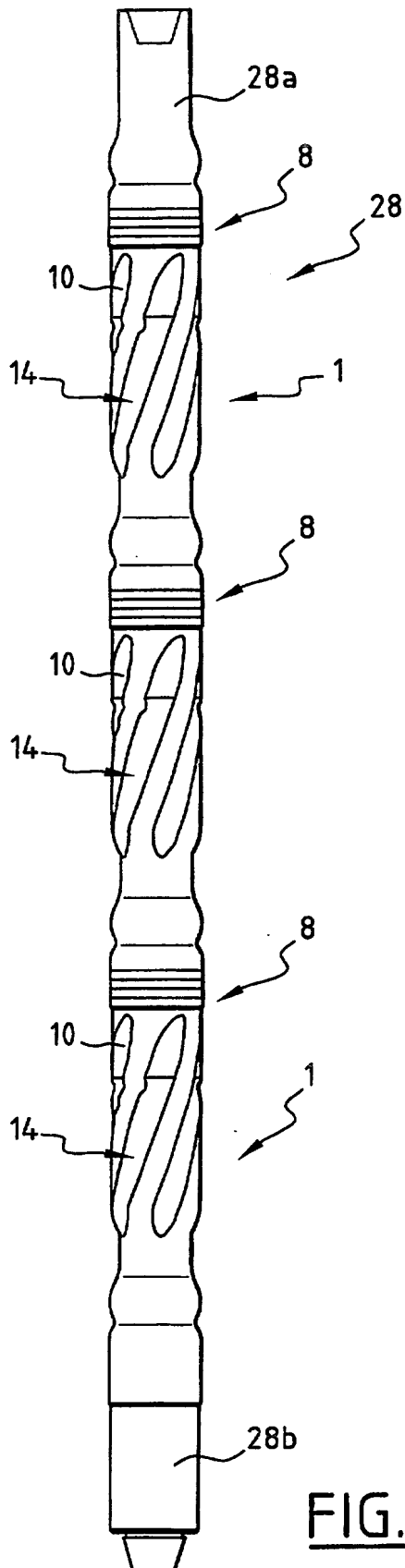


FIG. 12

8/11

FIG.13



10/11

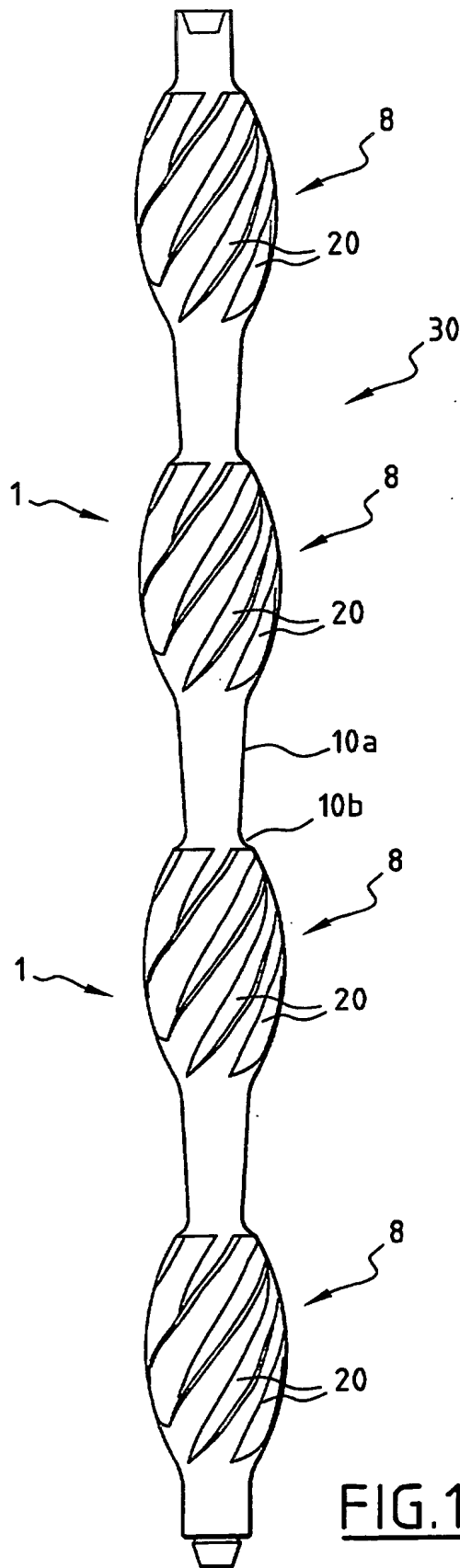


FIG. 16

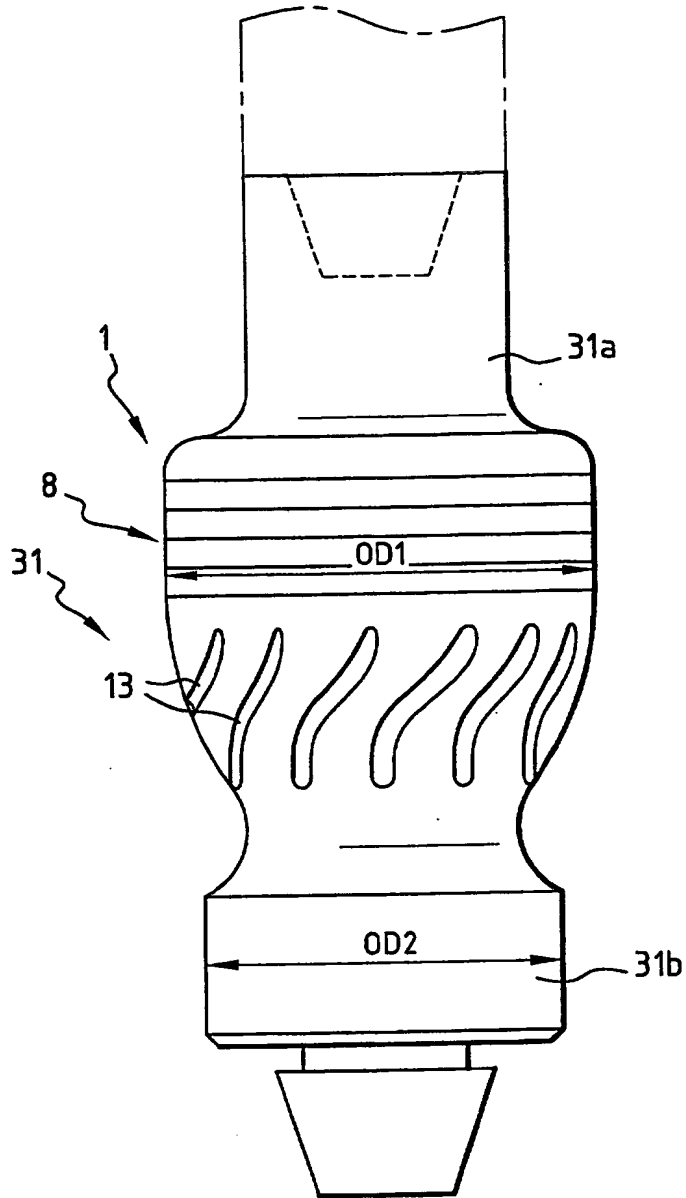
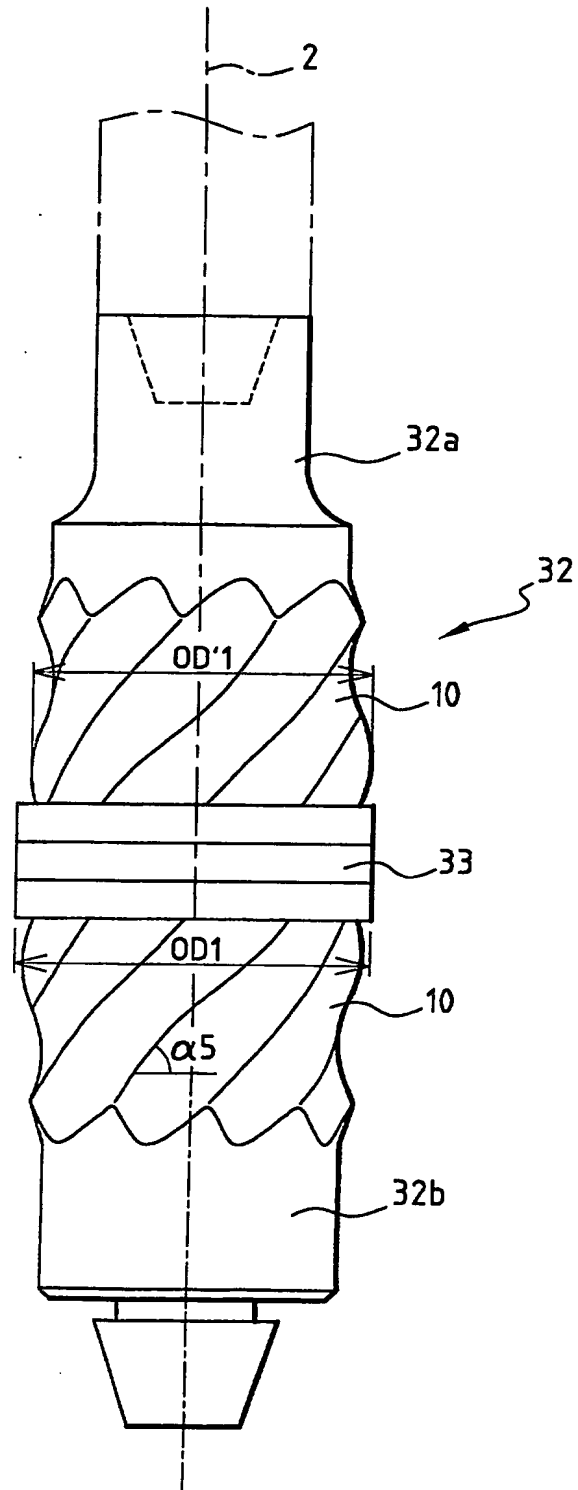


FIG. 17

FIG.18



2824104

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 601023
FR 0105752

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D,X	EP 1 026 364 A (SMF INT) 9 août 2000 (2000-08-09) * alinéas '0046!', '0048!', '0053!', '0054!'; figures 1-4 *	1-5,8-20	E21B17/00 E21B17/04 E21B17/22
D,X	EP 0 866 209 A (SMF INT) 23 septembre 1998 (1998-09-23) * figures 1-3 *	1-5,8-20	
X	US 4 664 206 A (BUTLER STUART D) 12 mai 1987 (1987-05-12) * figures 1-3 *	1	
A	US 6 167 917 B1 (SCOTT AITKEN WILLIAM RUSSELL) 2 janvier 2001 (2001-01-02) * colonne 2, ligne 45-49; figures 1,2 *	1	
A	US 6 152 220 A (CARMICHAEL MARK ET AL) 28 novembre 2000 (2000-11-28) * figures 1-7 *	6,7	
A	US 5 040 620 A (NUNLEY DWIGHT S) 20 août 1991 (1991-08-20) * figures 1-6 *	14,15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) E21B
A	US 5 174 391 A (ZIJSLING DJURRE H) 29 décembre 1992 (1992-12-29) * figures 1-3 *	14,15	
A	US 6 202 769 B1 (TSUDA KEIICHI ET AL) 20 mars 2001 (2001-03-20) * figures 1-8 *	1	
A	US 1 848 128 A (HINDERLITER FRANK J) 8 mars 1932 (1932-03-08) * figures 1-3 *	1	
	-/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur	
10 janvier 2002		van Berlo, A	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

3

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



2824104

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 601023
FR 0105752

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	WO 99 05391 A (WEISS ROBERT A ; WELCH JERRY W (US)) 4 février 1999 (1999-02-04) * figures 1-10 *	1	
A	EP 0 254 900 A (EASTMAN CHRISTENSEN CO) 3 février 1988 (1988-02-03) * figures 1-8 *	1	
E	US 6 223 840 B1 (SWIETLIK GEORGE) 1 mai 2001 (2001-05-01) * colonne 4, ligne 41-50; figures 1-4 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur	
10 janvier 2002		van Berlo, A	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

3

EPO FORM 1503 12.95 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0105752 FA 601023**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 10-01-2002
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 1026364	A	09-08-2000	FR	2789438 A1	11-08-2000
			EP	1026364 A1	09-08-2000
			NO	20000556 A	07-08-2000
EP 0866209	A	23-09-1998	FR	2760783 A1	18-09-1998
			EP	0866209 A1	23-09-1998
			NO	981140 A	18-09-1998
			US	6056073 A	02-05-2000
US 4664206	A	12-05-1987	AUCUN		
US 6167917	B1	02-01-2001	AU	725911 B2	26-10-2000
			AU	4022797 A	19-03-1998
			EP	0922153 A1	16-06-1999
			WO	9809046 A1	05-03-1998
			NO	990959 A	26-02-1999
US 6152220	A	28-11-2000	GB	2340862 A	01-03-2000
			NO	993998 A	22-02-2000
US 5040620	A	20-08-1991	US	5150757 A	29-09-1992
US 5174391	A	29-12-1992	AT	108862 T	15-08-1994
			AU	595994 B2	12-04-1990
			AU	1405588 A	20-10-1988
			CA	1329193 A1	03-05-1994
			DE	3850695 D1	25-08-1994
			DE	3850695 T2	27-10-1994
			EP	0287183 A2	19-10-1988
			NO	178835 B	04-03-1996
			US	4854399 A	08-08-1989
US 6202769	B1	20-03-2001	JP	11336459 A	07-12-1999
US 1848128	A	08-03-1932	AUCUN		
WO 9905391	A	04-02-1999	WO	9905391 A1	04-02-1999
EP 0254900	A	03-02-1988	DE	3628265 A1	25-02-1988
			US	4729438 A	08-03-1988
			EP	0254900 A2	03-02-1988
			NO	872805 A	04-01-1988
US 6223840	B1	01-05-2001	AUCUN		